

ハニコム式生物処理による懸濁物質除去特性

東北大学工学部○学 李 泰官 正 後藤光亀

正 佐藤敦久 正 原田正光

1. はじめに

ハニコムを用いた生物接触酸化法は $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化のみならずかび臭除去や懸濁成分の除去に関しても優れた効果がある。SSの中で特に藻類除去は後の凝集操作への負荷軽減にも大きく貢献する。また、かび臭生成糸状藻類が生物膜に付着分離され、原生動物等に摂食・分解することによるかび臭除去も期待し得る。本報告では、本法を浄水の前処理と位置づけ、懸濁成分の除去に関して基礎的実験を行うと共に、反応槽内でのSS成分の挙動について検討を加えた。

2. 実験方法

試水は、福島県のAダム湖水を用い、昭和62年4月より11月に現場実験を行った。ハニコム式生物酸化処理槽は、容積175 l、セル径20mm、角型処理槽(50×50cm)で、プロペラにより中央部ドライブチューブから水を循環させた。実験は新ハニコム+撹拌をコントロール系(C系)、通常の生物膜+撹拌を生物膜系(B系)、生物膜+撹拌無の沈澱系(B・S系)とし、ハニコム式生物処理槽内のSSの挙動について検討を加えた。試水は、ダム湖水、カオリン添加水、生物膜洗浄水である。測定項目は、SS、Chl-a、藻類数である。

3. 実験結果及び考察

図-1は、ダム湖水を用いた場合のC系とB系のSS、Chl-a、藻類の除去特性である。B系とC系の差はハニコム槽内の循環流存在下でも沈降除去されるSS分で、本実験ではその割合は5割と大きい。一方、Chl-a及び藻類の除去はC系とB系ではその挙動がかなり異なっており、藻類の除去が沈澱よりも生物膜への付着によるところが大きいことが知れる。また、原水中の優先的な珪藻類 *Melosira* sp.、*Cyclotella* sp.、*N. avicula* sp.の種ごとの除去量の差は認められなかった。

藻類が生物膜に付着するとき、界面電氣的な相互作用と分子間力に働くVan der Waals力が働く。しかし、生物膜や藻類のゼータ電位は一般にマイナスに荷電していることが多く、これらが付着することは説明しにくい。服部らは、微生物が産出する多糖類よりなるポリマーが、エネルギー障壁のトンネルをのり越え、吸着面近傍のポリマーが水素結合やイオン結合などにより表面と結ばれと想定した。このような結合は弱いですが、結合箇所が多数集まれば微生物の不可逆的吸着に充分なほど強くなると考えられる。ハニコム式生物処理でも、生物膜・藻類両方にこのようなポリマーの役割が重要と考えられる。実際には、ポリマー効果単独ではなく、複数の要因が働き、藻類の付着が行われると考えられる。

図-2は、生物処理槽内の原水中のSSを十分除去した後、カオリンを約10mg/lになるように添加した場合のSSの除去特性である。C系は2時間以後は循環流によるカオリン粒子の沈降阻害のため、SS量が一定となり、生物膜のみで静置沈澱させた(B・S)系より、SSの除去量は低下する。図3に図2の寄与を示した。B系とC系の差は生物膜への付着による除去と考えられ、その除去量は、4時間以降はほとんど差がない。C系によ

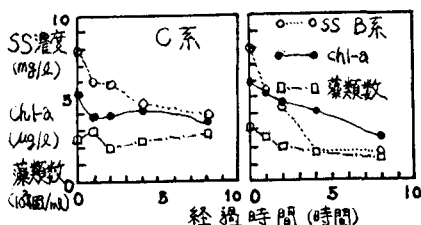


図-1 湖水の懸濁物質の除去特性(回分実験)

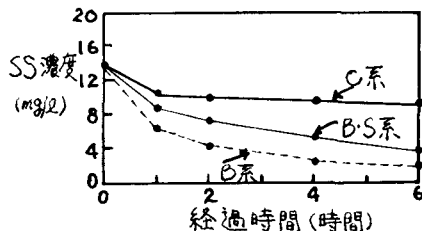


図-2 カオリン懸濁物の経時変化(回分実験)

る除去は、30%で頭打ちとなり、循環流によりSSの沈澱除去は阻害されている。B系とB・S系の差は生物膜が存在する場合の循環流の有無による効果で、本実験範囲でその差は15~20%であった。このようにハニコムに生物膜を付着させただけの系でも沈澱を主としたSS成分の除去を十分期待し得る。ただし、この場合は、硝化等の溶解成分の反応は遅くなる。しかし、かび臭物質2-MIBの場合、循環流を起こさずに生物膜を通過させるだけで、2時間の滞留時間で40%の除去率が得られた。一方、B・S系とC系の差は本来、重力沈澱と除去し得るSS成分のうち、ハニコム槽内の循環流によるSS成分の沈澱除去阻害分であり、その割合は30~50%に達する（厳密にはB・S系は生物膜があるので生物膜への付着も含まれる）。

図-4は剥離生物膜の槽内での挙動を示した。このとき、剥離生物フロックはハニコムを手で上下に振り、集めた。前述と同様に、剥離生物フロックは、ハニコム槽内の循環流のため、静置沈澱より除去されにくいSS成分が存在し、この影響はC系で顕著である。B系では、2時間以後にはハニコム槽内のSS濃度は20mg/lまで低下するが、全剥離生物量の5%は固液分離されずに残る。また、B系とC系の比較より、B系では剥離生物フロックの一部は再付着する可能性を示した。

図-5は直径60mm、セル高さ50cmの円柱水槽での流れの可視化手法によって得られたハニコム槽内循環流の一例である。ドラフトチューブ内での上昇流は近傍の水を連行することにより、同図のように循環流を生じ、セル内の流速は場所により著しく偏流する。したがって、懸濁成分はハニコム反応槽内では循環流により生物膜への懸濁物輸送によって生じる付着除去と沈澱除去の阻害という相反する作用を与える。

本実験で用いたような角型水槽の流れは、さらに複雑であり、本法のような反応槽中央部のドラフトチューブからの循環流方式では水流の均一化は困難をとまう。

ここで、剥離生物フロック、カオリン懸濁物質、原水中の懸濁物質の静水中沈降速度について検討する。沈降速度はある断面を鉛直方向に通過する物質のフラックス J ($\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$)を濃度 M (g/m^3)で割った値として表わす。求めた沈降速度は水温や初期濃度が異なるので、厳密には比較できないが、剥離生物フロックで0.4~2.0m/hr、カオリン懸濁液で0.13m/hr、湖水中のSSで0.08m/hr程度となり、剥離生物膜が大きな沈降速度をもつことが示された。

参考文献：服部ら：「界面と微生物」学会出版センター

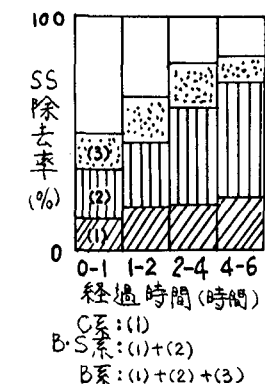


図-3 カオリン懸濁液の除去特性 (回分実験)

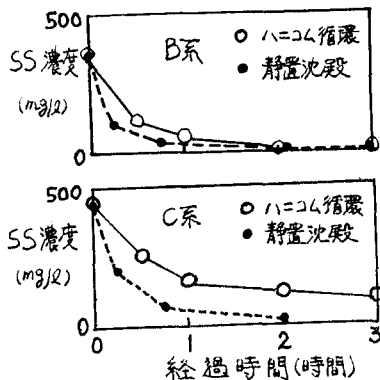


図-4 はかり生物膜の除去特性 (回分実験)

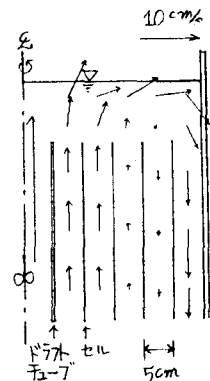


図-5 円型ハニコムモデル水槽での流況特性